

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-007754

(43)Date of publication of application : 12.01.2001

(51)Int.Cl.

H04B 7/26

H01Q 3/26

H04B 7/08

(21)Application number : 11-175030

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 22.06.1999

(72)Inventor : MATSUOKA HIDEHIRO

SHIYOUKI HIROKI

OTAKA SHOJI

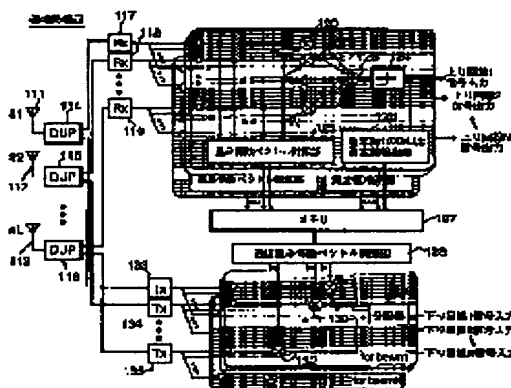
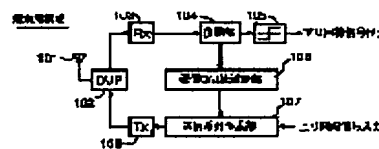
OBAYASHI SHUICHI

## (54) RADIO COMMUNICATION SYSTEM AND RADIO BASE STATION

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily correct deviations between a transmission beam to be formed and a transmission beam which is actually formed, in a short time by controlling the beam, based on the measurement value of the ratio (D/U ratio) of desired wave power to interference wave power which is informed from a terminal station in a base station.

**SOLUTION:** In a terminal station, a received D/U ratio is measured in a received D/U ratio measurement part 106, a transmission system generation part 107 inserts the received D/U ratio, and it is transmitted from a transmitter 108. In a base station, a transmission weight coefficient vector adjusting part 128 detects the difference from the D/U ratio predicted by a transmission beam, which is formed beforehand by using a weight coefficient vector at the time of reception, which is calculated by a received weight coefficient vector calculation part 125 of an adaptive array processing part, and the received D/U ratio of the terminal station, which is extracted by a detection part 126. Then, a transmission weight coefficient vector is adjusted. A transmission adaptive array part forms beams and transmits them via transmitters 133 to 135.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3431542

[Date of registration] 23.05.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-7754

(P2001-7754A)

(43)公開日 平成13年1月12日(2001.1.12)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-コ-ト*(参考)
H 0 4 B 7/26		H 0 4 B 7/26	B 5 J 0 2 1
H 0 1 Q 3/26		H 0 1 Q 3/26	Z 5 K 0 5 9
H 0 4 B 7/08		H 0 4 B 7/08	D 5 K 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平11-175030

(22)出願日 平成11年6月22日(1999.6.22)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 松岡 秀浩

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 庄木 裕樹

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(74)代理人 100083161

弁理士 外川 英明

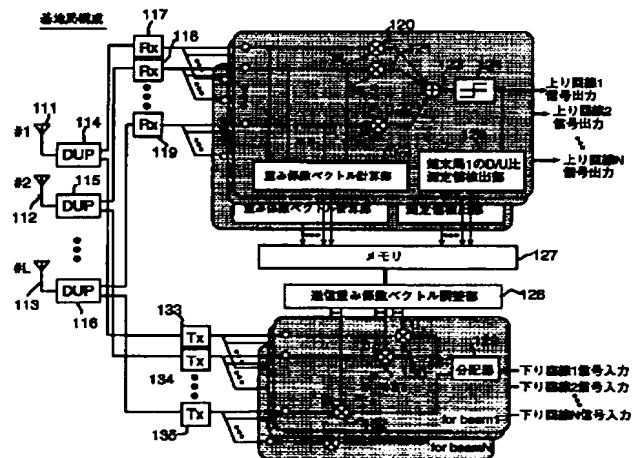
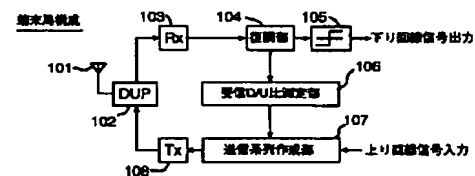
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 無線通信システム及び無線基地局

(57)【要約】

【課題】 一つあるいは複数の指向性ビームを形成する基地局、あるいはアダプティブアレーアンテナを用いた基地局と、一つあるいは複数の端末局から構成される無線通信システムにおいて、基地局が形成すべき送信ビームと実際に形成された送信ビームとのずれを簡易かつ迅速に較正する方法を提供する。

【解決手段】 アダプティブアレーアンテナを用いた基地局が複数の直交ビームを形成している場合、その基地局のサービスエリア内で通信を行う一つあるいは複数の端末局では、受信D/U比を測定して、その測定値を基地局にフィードバックし、基地局では、各端末局から報知されたD/U比測定値と、予め形成した送信直交ビームパターンから算出されるD/U比予測値とのずれを検出し、その誤差を最小化するように重み係数ベクトルを調整する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも一つ以上のビームを形成する無線基地局と、  
前記無線基地局と無線通信を行う端末局とからなる無線通信システムにおいて、  
前記無線基地局のサービスエリア内で通信を行う少なくとも一つ以上の端末局にて、  
前記無線基地局から端末局への下り回線の所望波電力対干渉波電力比を測定する測定手段と、  
前記所望波電力対干渉波電力比の測定値を、前記端末局から前記無線基地局への上り回線を用いて報知するために、前記測定値を送信信号系列に挿入する挿入手段とを備え、

前記基地局にて、  
前記端末局から報知された前記所望波電力対干渉波電力比の測定値に基づいて前記ビームを制御する制御手段と具備したことを特徴とする無線通信システム。

【請求項2】前記ビームは、複数のアンテナ素子により構成されるアレーアンテナにより形成され、  
前記制御手段は、前記各アンテナ素子毎の重み係数ベクトルを変える手段をさらに具備することを特徴とする請求項1記載の無線通信システム。

【請求項3】前記無線基地局からの送信信号に形成する複数のビーム毎に異なる既知の信号を挿入し、  
前記端末局にて、  
前記信号を検知し、所望波電力および干渉波電力および所望波電力対干渉波電力比を算出することを特徴とする請求項1記載の無線通信システム。

【請求項4】前記制御手段は、予め形成されているビームの指向性利得から算出される少なくとも一つ以上の下り回線の受信所望波電力対干渉波電力比の予測値と、実際に下り回線を経て各端末局で測定された後に上り回線によって報知された受信所望波電力対干渉波電力比の値とを比較し、前記各ビームについてその差が最小になるように、送信重み係数ベクトルを制御することを特徴とする請求項1記載の無線通信システム。

【請求項5】前記制御手段は、予め形成されているビームの指向性利得から算出される少なくとも一つ以上の下り回線の受信所望波電力対干渉波電力比の予測値と、実際に下り回線を経て各端末局で算出された後に上り回線によって報知された受信所望波電力対干渉波電力比の測定値とを比較し、前記各ビームについてその差が所定のしきい値以下になるように、送信重み係数ベクトルを制御することを特徴とする請求項1記載の無線通信システム。

【請求項6】前記端末局は、上り回線の制御チャンネルあるいは通話チャンネルの冗長部を用いて受信所望波電力対干渉波電力比の測定値を毎送信時刻、及び又は所定の周期毎に送信することを特徴とする請求項1記載の無線通信システム。

【請求項7】少なくとも一つ以上のビームを形成する無線基地局において、

前記基地局のサービスエリア内で通信を行う少なくとも一つ以上の端末局から報知された、基地局から端末局への下り回線の所望波電力対干渉波電力比の測定値に基づいて前記ビームを制御する制御手段とを具備したことを特徴とする無線基地局。

【請求項8】前記ビームは、複数のアンテナ素子により構成されるアレーアンテナにより形成され、

10 前記制御手段は、前記各アンテナ素子毎の重み係数ベクトルを変える手段をさらに具備することを特徴とする請求項7記載の無線基地局。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、指向性ビームアンテナあるいはアダプティブアレーアンテナを用いた無線基地局、および前記無線基地局と一つあるいは複数の端末局から構成される無線通信システムに関する。

## 【0002】

20 【従来の技術】近年、携帯電話やPHS等に代表される移動通信は、その利便性、多機能性から需要は高まる一方で、固定網を追い抜くような勢いで加入者の増加が進んでいる。

【0003】最近では、このような無線通信の需要の爆発的増加に伴って、特に大都市圏内におけるトラフィック集中によるチャンネル不足、また積極的な周波数再利用に起因する干渉による受信品質の劣化等が深刻になってきている。

【0004】そのため、回線品質を維持したまま加入者容量を増加させる技術が期待されており、逼迫する周波数資源の有効利用や、インフラ構築の低コスト化、または既存インフラの有効利用など数多くの課題がある。

【0005】既存の基地局において加入者容量を増大させる方法の一つとして、指向性をもつビームを形成することが考えられる。例えば、基地局にセクタアンテナを用いた場合、従来のほぼ円形のサービスエリア内を複数の小さなエリアに空間的に分割することと等価であり、基地局間の同一チャンネル干渉量を無視できるとすると、およそセクタ数倍の容量増加が見込める。

40 【0006】そして、さらなる空間の効率的利用を考えると、サービスエリア内に存在する複数の端末局に対して、互いに空間的に直交するマルチビームを形成し、動的に割り当てることによって、端末局の個々の位置やトラフィック分布に依存した緻密なチャンネル再利用が可能となる。

50 【0007】効果的な直交マルチビーム形成技術の一つとして、同一方向を除く任意の方向にいる干渉局に対して、積極的に受信信号を除去し、また送信時に干渉局方向に指向性のヌルを向ける機能をもつアダプティブアレーアンテナがある。

## 3

【0008】アダプティブアレーアンテナを用いると、ビーム指向性による空間分割多重化が実現できる。基地局において、伝播路の見通しが確保できない場合でも、送受信信号の到来、放射する方向がわかれば同様な指向性制御が可能である。

【0009】以下にアダプティブアレーアンテナの概要を述べる。

【0010】アダプティブアレーアンテナは、複数のアンテナ素子を持つアレーアンテナでそれらの出力の位相と振幅を制御して合成する信号処理方法であり、これによって、比較的レベルの大きい干渉波存在下において、希望波の到来方向にビームを向け、また干渉波の到来方向にヌルを向けるように動作する。受信信号の位相と振

$$w = (w_1, w_2, \dots, w_j, \dots, w_L)^T \quad (2)$$

【0014】

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_L)^T \quad (3)$$

とする。ここで、 $T$ は行列の転置を表す。

【0015】この重み係数ベクトルは、合成後の信号が

$$w_{opt} = R_{xx}^{-1} r_{xd}$$

を解くことにより求められる。

【0017】ただし、

$$R_{xx} = E[x^* x^T] \quad (5)$$

【0019】

【式6】

$$r_{xd} = E[x^* d] \quad (6)$$

である。

【0020】 $d$ は参照信号系列を表し、 $*$ は要素の複素共役を表す。

【0021】また、 $E[x^* x^T]$ は $x^* x^T$ の期待値を表す。

【0022】最適な重み係数ベクトルを求めるには、膨大な計算量を必要とする為、実際には計算量の少ない逐次更新型の適応アルゴリズムが適用されることが多い。

【0023】例えば、サンプル毎に既知の参照信号との誤差を小さくするような重み制御を行うLMS(Least Mean Square)アルゴリズム等が知られている。

$$(D/U)_1 = D_1[dB] - U_1[dB] \quad (7)$$

【0028】

$$(D/U)_2 = D_2[dB] - U_2[dB] \quad (8)$$

送信の場合には、予め形成した送信ビームパターンが図2のとおりであれば、(7)式、(8)式からそれぞれ各下り回線の伝搬損失 $L_1$ 、 $L_2$ を差し引いた値によって端末局側での受信 $D/U$ 比が予測できる。

## 4

幅を制御して合成することは、図7に示すように各アンテナ素子出力を複素重み付けすることと等価である。

【0011】このときアダプティブアレー出力 $y$ は次の式1で与えられる。

【0012】

【式1】

$$y = w^T x \quad (1)$$

なお、 $w$ 、 $x$ はそれぞれ各アンテナ素子の複素重み係数ベクトル、複素受信信号ベクトルを表し、

【0013】

【式2】

重み係数ベクトルは、Wiener-Hopfの方程式

【0016】

【式4】

$$(4)$$

【0018】

【式5】

$$(5)$$

【0024】上記の適応処理によって求められた指向性パターンの例を図2に示す。モデルとして、一つの基地局のサービスエリア内に、二つの端末局が存在し通信を行っている場合を考える。

【0025】端末局1および端末局2の信号到来方向をそれぞれ $\theta = -20^\circ$ 、 $80^\circ$ であり、実線が端末局1に対するビームパターン、破線が端末局2に対するビームパターンを示す。

【0026】このとき、基地局において、端末局または端末局1を干渉局としたときの受信所望波電力対干渉波電力比( $D/U$ 比)はそれぞれ以下の式で与えられる。

【0027】

【式7】

【0029】

【発明が解決しようとする課題】上述のとおり、従来の指向性ビームを形成する基地局、あるいはアダプティブアレーアンテナを用いた基地局では、受信時に、アンテ

## 5

ナや高周波回路を通過することによって受信信号の振幅や位相が素子毎のばらつきの影響を受けて変化してしまうが、その歪みを受けた後の信号に対して重み付け制御を行うことにより、純度の高い出力を得ることができる。

【0030】しかしながら、送信時には、ディジタル信号処理あるいは低周波アナログ回路によって最適なビームパターンを形成する重み付け制御を行ったとしても、その後段に位置する高周波アナログ回路やアンテナの各素子の位相や振幅のばらつきの影響を受け、結果的に送信ビームが最適に形成されないという問題があった。

$$(D/U)_1' = D_1'[dB] - U_1'[dB] - L_1 \quad (9)$$

【0034】

$$(D/U)_2' = D_2'[dB] - U_2'[dB] - L_2 \quad (10)$$

この劣化を防ぐためには、送信系の高周波アナログ回路やアンテナの仕様を非常に厳しくするか、または基地局として運用前に送信系の各素子で発生する振幅・位相の誤差を検出して較正する方法や、運用後にビームのずれを補正する方法等が必要となる。

【0035】従来の対策方法として、各素子の仕様を厳しくすると、設計も難しくなり、部品の製作コストがかかるため限界がある。また、各素子間の誤差を検出して較正する方法では、温度特性、雑音、外乱等による影響から正確さに欠けるという問題がある。

【0036】本発明は、このような問題を解決するためになされたものであり、一つあるいは複数の指向性ビームを形成する基地局、あるいはアダプティブアレーアンテナを用いた基地局をもつ無線通信システムにおいて、その基地局のサービスエリア内で通信を行う一つあるいは複数の端末局では、受信D/U比を測定して、その測定値を基地局にフィードバックし、基地局では、各端末局から報知されたD/U比測定値と、予め形成した送信直交ビームパターンから算出されるD/U比予測値とのずれを検出し、その誤差を最小化するように重み係数ベクトルを補正する手段を有する無線通信システムを提案することを目的とする。

【0037】

【解決するための手段】上記した課題を解決するため、本発明の無線通信システムは、少なくとも一つ以上のビームを形成する無線基地局と、無線基地局と無線通信を行う端末局とからなる無線通信システムにおいて、無線基地局のサービスエリア内で通信を行う一つ以上、少なくとも一つ以上の端末局にて、無線基地局から端末局への下り回線の所望波電力対干渉波電力比を測定する測定手段と、所望波電力対干渉波電力比の測定値を、端末局から無線基地局への上り回線を用いて報知するために、測定値を送信信号系列に挿入する挿入手段とを備え、基地局にて、端末局から報知された所望波電力対干渉波電力比の

## 6

【0031】具体的には、アンテナ素子間結合、アナログ部品による通過位相変動、D/Aの量子化精度不足などの理由により、図2のような理想的なビームを形成しても、実際には図3のようにビーム方向およびヌル方向がずれることによりビーム直交性が崩れ、非所望端末局に対して不要放射が生じ、各端末局での受信D/U比が共に劣化する。

【0032】この場合、実際に端末で受信されるD/U比の予測値は以下の式で与えられる。

【0033】

【式9】

【式10】

測定値に基づいてビームを制御する制御手段と具備する。

【0038】このような構成により、送信系の高周波アナログ回路やアンテナの仕様を厳しくする労力を伴わず、かつ短時間で送信系の較正が可能となる。また本発明は、受信側で良好な環境となるように受信状態の情報をフィードバックしながらそれに応じて補正を行うため、送信側だけで調整する従来の較正方法に比べて、より正確な較正が可能である。

【0039】さらに本発明の無線通信システムは、無線基地局からの送信信号に形成する複数のビーム毎に異なる既知の信号を挿入し、端末局にて信号を検知し、所望波電力および干渉波電力および所望波電力対干渉波電力比を算出することを特徴とする。

【0040】このような構成により、受信信号と参照信号との相関処理から所望信号成分を抽出することが可能となり、また受信信号から抽出した所望信号成分を差し引くことにより干渉信号電力も得られ、容易に受信D/U比が計算できる。

【0041】さらに本発明の無線通信システムでは、制御手段は、予め形成されているビームの指向性利得から算出される少なくとも一つ以上の下り回線の受信所望波電力対干渉波電力比の予測値と、実際に下り回線を経て各端末局で測定された後に上り回線によって報知された受信所望波電力対干渉波電力比の値とを比較し、各ビームについてその差が最小になるように、送信重み係数ベクトルを制御することを特徴とする。

【0042】このように、受信側でのD/U比測定値をフィードバックするという信頼度の高い方法により、確実できめ細かなビーム補正を行うことができる。

【0043】さらに、本発明の無線通信システムでは、制御手段は、予め形成されているビームの指向性利得から算出される少なくとも一つ以上の下り回線の受信所望波電力対干渉波電力比の予測値と、実際に下り回線を経

て各端末局で算出された後に上り回線によって報知された受信所望波電力対干渉波電力比の測定値とを比較し、各ビームについてその差が所定のしきい値以下になるように、送信重み係数ベクトルを制御することを特徴とする。

【0044】このような構成により、マージンを含んだ回線設計であるため、この誤差を最小化する調整方法を実行するのにかかる処理時間を短縮することができる。

【0045】さらに本発明の無線通信システムは、端末局は、上り回線の制御チャネルあるいは通話チャネルの冗長部を用いて受信所望波電力対干渉波電力比の測定値を毎送信時刻、及び又は所定の周期毎に送信することを特徴とする。

【0046】このような構成により、送信信号系列のフレーム効率を劣化させることなく、較正に必要な受信D/U比測定値を上り回線で伝達することができる。

【0047】また本発明の無線基地局は、基地局のサービスエリア内で通信を行う少なくとも一つ以上の端末局から報知された、基地局から端末局への下り回線の所望波電力対干渉波電力比の測定値に基づいてビームを制御する制御手段とを具備する。

【0048】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

【0049】図1に本発明の実施形態に係る無線通信システムの端末局および基地局の構成例を示す。まず、端末局に関しては、アンテナ101の後段に位置するデュプレクサ102によって送受信を切り替え、受信機103から復調部104→信号識別部105を経て受信信号を得る。

【0050】同時に、復調後、受信D/U比測定部106にて、所望信号電力および受信信号からそれを差し引いた雑音を含む干渉成分電力を計算し、その電力比を測定する。

【0051】その後、送信系列作成部107で受信D/U比の測定値を挿入して、送信機108から送信される。

【0052】次に、基地局に関しては、アンテナ111~113で受信した信号は、その後段に位置するデュプレクサ114~116によって送受信を切り替え、受信機117~119を経てアダプティブアレー処理部に入力される。

【0053】アダプティブアレー処理部は、受信重み係数ベクトル計算部125、乗算器120~122および加算器123から成り、その出力は信号識別部124で判定され、上り回線信号を得る。

【0054】このアダプティブアレー処理部は各上り回線分(N個)あり、独立に直交ビームを形成する。算出された受信時の重み係数ベクトルは、それぞれメモリ127に蓄えられる。

【0055】アダプティブアレー出力の信号判定と同時に、上り回線信号バーストに挿入された端末局の受信D/U比測定値を検出部126にて抽出し、その測定値もメモリ

127に記憶する。

【0056】その後、送信重み係数ベクトル調整部128にて、メモリに格納された各上り回線毎の受信時の重み係数ベクトル、およびD/U測定値を用いて、予め形成した送信ビームで予測されるD/U比との差を検出し、送信重み係数ベクトルを調整する。

【0057】送信アダプティブアレー部は、下り回線信号入力を各アレー素子に分配する分配器129と、補正された送信重み係数ベクトルを乗積する乗算器130~132から成り、N個の各下り回線信号入力に対して独立に直交ビームを形成し、送信機133~135を経て送信される。

【0058】図1に示す基地局のアダプティブ処理は、受信機117~119を通過した後、アナログ信号による処理でも可能であり、また受信機117~119にA/D変換器を含むと仮定してデジタル信号処理としてもよい。

【0059】次に、このシステムの動作を図4のフローチャートを参照して説明する。

【0060】まず、初期のN個のビームに対応する送信重み係数ベクトル $W_{0,N}$ を定め(ステップ11)、重み係数ベクトルの調整のために以下の手順をM回試行する(ステップ13)。

【0061】ステップ15~17は各端末局での操作、それ以外は基地局での操作である。基地局にて指向性ビームを形成して送信した後(ステップ14)、端末局にて信号を受信、検波する(ステップ15)。

【0062】端末局では、周波数変換、同期調整などの処理の後、受信D/U比を測定する(ステップ16)。

【0063】受信D/U比の測定方法としては、例えば、基地局において、形成する複数のビーム毎に異なる既知の参照信号系列を予め挿入し、各端末局では、前記参照信号系列を検知し、所望波電力および干渉波電力を算出することによって、受信D/U比を推定する方法などがある。

【0064】具体的に図6に示すように、まず相關器201において受信信号と参照信号との相関をとる。これによって、干渉信号が除去されて残った所望信号の複素遅延プロファイル $h(\tau;t)$ が抽出される。それを2乗器202で2乗加算することにより受信信号中の所望信号電力Dが求まる。

【0065】次に、畳み込み器203で、測定した遅延プロファイル $h(\tau;t)$ と送信系列(参照信号)との畳み込みにより受信信号のレプリカ $\gamma'$ を作成する。このとき、受信信号に含まれる雑音及び干渉信号成分は受信信号 $\gamma$ とレプリカ $\gamma'$ との差であるので、加算器204にて差信号 $\gamma-\gamma'$ を求め、さらに2乗器205にて2乗加算することにより、干渉信号電力Uを得る。

【0066】ここで参照信号系列としては、互いに直交する符号ビット系列を用いるのが望ましく、これによって遅延プロファイルを求めるための相関処理後に干渉信号を強く抑圧できる。

10

20

30

40

50

【0067】また、基地局から同じ送信タイミングで所望信号の含まれない信号を送信し、端末局でその受信信号電力から干渉信号電力 $J$ を推定することもできる。

【0068】通常、通話チャネルでは、そのフレームフォーマットにおいて、情報信号とは無関係な冗長ビット系列が存在する。例えば、端末局を認識したり、同期や復調に用いられるプリアンブルやユニークワードに相当する。

【0069】そこで、各端末から受信 $D/U$ 比の測定値を基地局に送信する際、端末局において、このような上り回線の通話チャネルの冗長部に、受信 $D/U$ 比の測定値を挿入して、毎送信時刻、あるいは所定の周期毎に送信する(ステップ17)。

【0070】一方、基地局では、端末局から受信 $D/U$ 比測定値が送信される時刻は既知であり、またフレーム内で受信 $D/U$ 比測定値の情報が含まれる位置と符号化方法も予め決められているので容易に検出することができる(ステップ18)。

【0071】このような構成により、送信信号系列のフレーム効率を劣化させることなく、較正に必要な受信 $D/U$ 比測定値を上り回線で伝達することができる。

【0072】また、受信 $D/U$ 比測定値を挿入するのに、通話チャネルの代わりに、上り回線の制御チャネルを用いてもよい。これも上記と同様に制御チャネルにおける冗長部を使うのが望ましい。

【0073】さらに、この受信 $D/U$ 比をフレーム内に挿入する際の符号化によっては、ビット数が大きくなることもありうるので、そのような場合には、一つ前の時刻に送信した受信 $D/U$ 比測定値との差分情報だけを符号化して送信することによって、要するビット数を減らすことができる。

【0074】検出した各受信 $D/U$ 比測定値とそのときの

$$J = \sum_{j=1}^N \{(D/U)_j - \overline{(D/U)}\}^2 \quad (11)$$

ただし、 $\overline{(D/U)}$ は各端末局から報知された受信 $D/U$ 比測定値を表す。

を最小とするような重み係数ベクトルを出力とする。

【0082】各素子毎に異なる誤差を調整するために、この $M$ は次式で与えられるサンプル数が必要であ

$$M = (i_\theta \times i_\rho)^L \quad (12)$$

ここで、 $i_\theta, i_\rho, L$ は、それぞれ $\Delta\theta$ を変化させる試行回数、 $\Delta\rho$ を変化させる試行回数、基地局アレーアンテナ素子数を示す。

上記の最適化較正方法では、基地局のアレー素子数が増えるとその計算量は指数関数的に増大し現実的ではなくなってくる。端末数が多数存在して多くの直交ビームを形成する場合、それを補える自由度を必要とする場合にはアレー素子数を増やさざるを得ないので、同様な問題

重み係数ベクトル $W_{i,N}$ をメモリに格納した後(ステップ19)、先にメモリに蓄えられていた初期重み係数ベクトルの位相と振幅をずらして(ステップ20)、新しい重み係数ベクトル $W_{i+1,N}$ を得る(ステップ21)。

【0075】以降、新しい重み係数ベクトルによって送信ビームを形成し、試行を繰り返す。上記の重み係数調整が与えられた試行回数 $M$ だけ繰り返された後(ステップ13)、メモリに蓄えられたすべての受信 $D/U$ 比測定値を参照して、理想送信ビームパターンを形成したときの $D/U$ 比予測値と最も近い値となる重み係数ベクトルを選び(ステップ23)、較正後出力 $W_{out}$ とする(ステップ24)。

【0076】以下、重み係数ベクトルの決定方法について説明する。

【0077】前記基地局のビーム形成部は、予め形成されている送信ビームの指向性利得から予測されるすべての下り回線の受信 $D/U$ 比の値と、実際に下り回線を経て各端末局で算出された後に上り回線によって報知されたすべての端末局の受信 $D/U$ 比の値とを比較し、その差が最小になるように、送信重み係数ベクトルを調整する。

【0078】具体的には、フローチャートの各試行毎に、初期重み係数ベクトルの位相および振幅を決められた幅 $\Delta\theta$ 、 $\Delta\rho$ だけ変化させて、重み係数ベクトルを更新し、その度に各端末局で受信 $D/U$ 比の測定を行う。

【0079】 $M$ パターンの送信ビームに対する結果から、重み係数ベクトルの位相/振幅変化に対する指向性パターン変化の傾向を知ることができる。最後に、メモリに蓄えられたすべての重み係数ベクトル群の中から、最適な重み係数ベクトルを選択する。

【0080】評価関数として、例えば、

【0081】

【式11】

る。

【0083】

【式12】

が生じる。

【0084】このように予測 $D/U$ 比と受信 $D/U$ 比の差を最小にするような最適重み係数を求めることが困難なことがしばしばあるので、マージンを含んだ回線設計から、予測 $D/U$ 比より条件の緩い所望 $D/U$ 比 $P_j$  ( $j=1$ ,

2、……、N)をビーム毎に定め、受信D/U比がしきい値 $P_j$ 以下になるように送信重み係数ベクトルを調整することが効果的である。

【0085】この場合、条件を満たす重み係数ベクトルは複数組存在することがあるので、その中から適当なものを選択すればよい。

【0086】図5に、受信D/U比しきい値を用いた第2の較正方法のフローチャートを示す。

【0087】図4の較正方法とほぼ同じ手順であるが、基地局において検出したD/U比測定値がすべてのしきい値 $P_j$ 以上であれば(ステップ37)、その時点で較正を終了する(ステップ41)という特徴をもつ。

【0088】これによって、位相/振幅の調整に対してすべての場合を試行せずに解を求めることができ、計算量の削減および較正にかかる時間の短縮を図ることができる。

【0089】以上説明したシステム構成および較正方法により、アダプティブアレーアンテナや複数の指向性ビームを形成する基地局において、従来技術では困難を伴うと予想される送信系のキャリブレーションを、安価で簡易かつ正確に行うことができる、という効果が生じる。

【0090】上記の実施形態は、一つの指向性ビームに対しての処理であり、複数のビームを形成するためには複数のCPUを用いて並列処理する必要がある。しかし、数少ない高速のCPU等を用いる場合には、ビーム形成および較正に関して時分割処理を行っても効果は変わらない。

【0091】上記実施形態は、基地局にアダプティブアレーアンテナを適用し、複数の端末局に直交ビームを形成する場合を考えてきたが、本発明は、単にアレーアンテナを用いた基地局で、ヌル制御を行わない複数の指向性ビームを形成する場合にも適用可能である。

【0092】さらに、本発明は、端末局が一つだけ存在し、単にビームの指向性利得を向上させる場合にも適用可能である。このとき、端末局がフィードバックするD/U比はC/N(搬送波電力対雑音電力比)と等価になる。

【0093】較正後のビームは、その最大利得方向が端末局の位置する方向と一致するパターンとなり、C/Nは最大となる。

【0094】次に、本発明の第2の実施形態の無線通信システムについて説明する。

【0095】本実施形態の較正方法は、送信ビームパターンの誤差を推定するために、擬似端末局を用いるのが特徴である。

【0096】ここで擬似端末局とは、基地局側でそれらの位置を指定して移動または停止させることのできる端末であり、基地局からの距離を一定にして電波の距離減衰を各端末でそろえたり、すべての端末の方向を予め定めているので初期送信ビームパターンを簡単に最適化す

るのに効果がある。

【0097】また、下り回線は情報を含む必要性がないため、フレーム効率にとらわれずに長い参照信号系列を送信でき、D/U比の推定精度を向上させることができる。

【0098】このように本実施形態の無線通信システムでは、擬似端末局の位置は基地局では既知であるので、複数の擬似端末局を用いると、試行回数が少なくなるように端末局の位置をその都度指定することにより、所望の送信ビームを短時間で較正することが可能となる、という効果が期待できる。

【0099】さらに、端末局の位置に依存する伝搬損失を精度良く近似できるので、基地局からの送信ビームから予測できる各端末局での受信D/U比をより正確に推定することが可能となる。

【0100】また、特に時分割複信方式(TDD)を採用した通信方式に限定した場合、送受信に同一周波数を用いるため、送受の間隔が非常に短ければ受信時と送信時の電波環境には高い相関がある。

【0101】この点に着目し、直前の受信時に得られた最もD/U比が高くなる受信アンテナパターンを形成する重み係数ベクトルを記憶しておき、送信時にもこの同じ重み係数ベクトルを使用することでD/U比の高い理想的な初期ビームパターンが得られる。

【0102】また近年、無線を用いた新たなポイントツーポイントのサービスとして、ワイヤレス・ローカル・ループ(WLL)と呼ばれる加入者無線通信システムが注目されており、導入に向けて検討が進められている。

【0103】これは、主に固定加入者への高品質な通信を提供するサービスであるが、有線システムに比べてインフラを容易かつ安価に構築できる利点をもつ。本発明は、端末局が移動端末とは限らず、WLLのように半固定配置の端末を用いた無線インフラにも適用することもできる。

【0104】このとき端末の位置または基地局から見た方向は、ある程度の精度で推定可能であるため、擬似端末を用いた遠隔操作較正法を適用しなくても最適送信ビームパターンを決定できるという効果がある。

【0105】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の無線通信システムでは、複数の指向性ビームを形成する基地局、あるいはアダプティブアレーアンテナを用いた基地局において、従来技術では困難を伴う厳しい仕様設計や較正方法に比べて、形成すべき送信ビームと実際に形成された送信ビームのずれを簡易かつ短時間で較正することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る無線通信システムの構成を示す図。

【図2】理想的な送信ビームパターンを示す図。



【図3】実際に決定された送信ビームパターンを示す図。

【図4】本発明の較正方法を示すフローチャート。

【図5】本発明の第2の較正方法を示すフローチャート。

【図6】受信D/U比の測定方法を示す図。

【図7】従来のアダプティブアレーアンテナの構成を示す図。

【符号の説明】

101、111～113…アンテナ

102、114～116…デュプレクサ

103、117～119…受信機

104…復調部

105、124…信号識別部

106…受信D/U比測定部

107…送信系列作成部

108、133～135…送信機

120～122、130～132…乗算器

123、204…加算器

125…重み系列ベクトル計算部

126…端末局1のD/U比測定値検出部

127…メモリ

128…送信重み系列ベクトル調整部

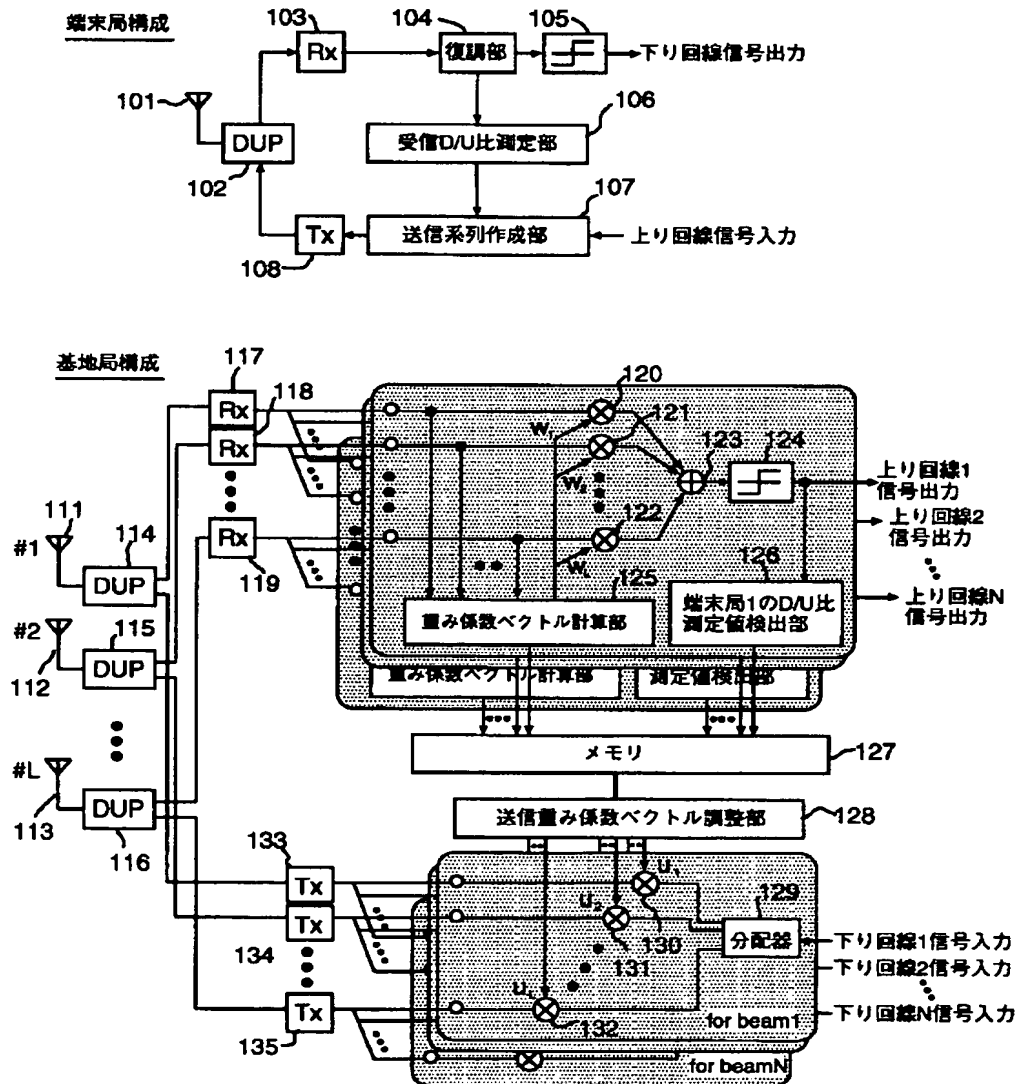
10 129…分配器

201…相関器

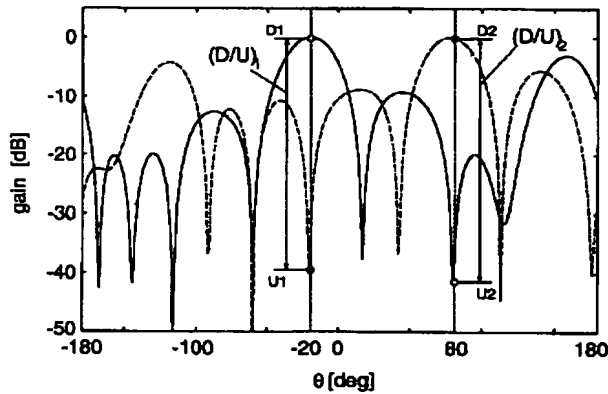
202、205…2乗器

203…畳み込み器

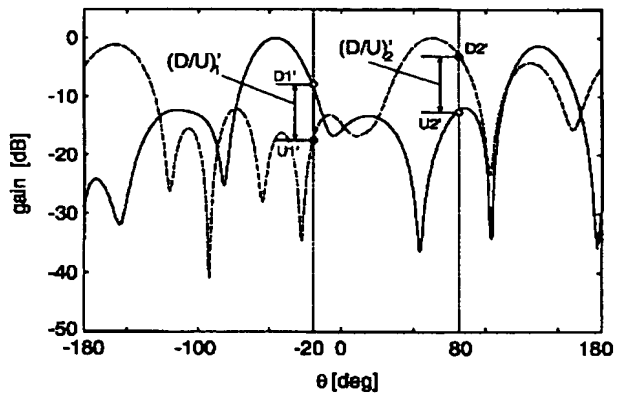
【図1】



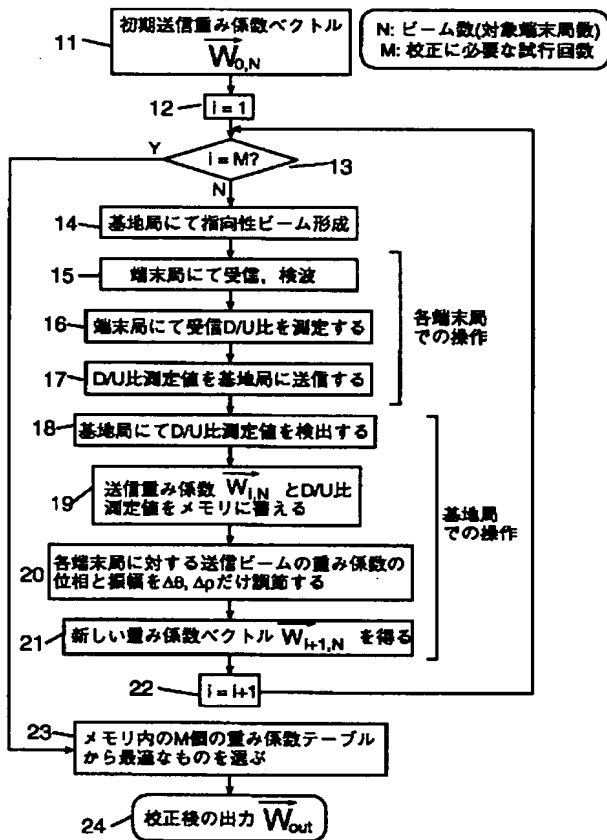
【図2】



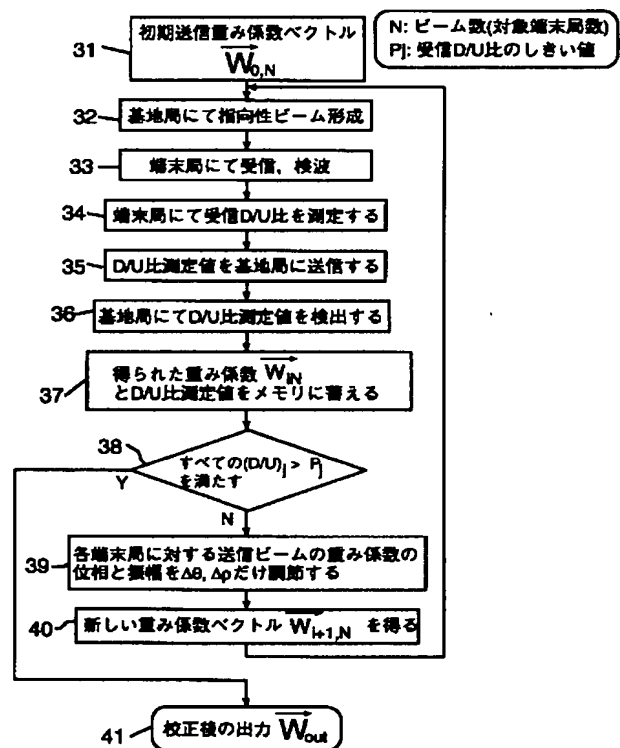
【図3】



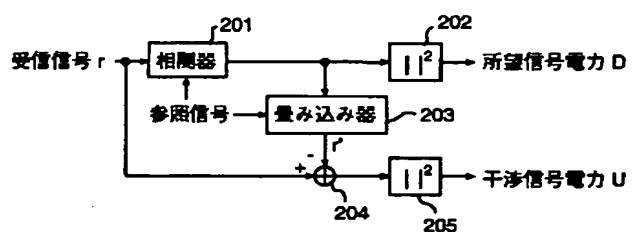
【図4】



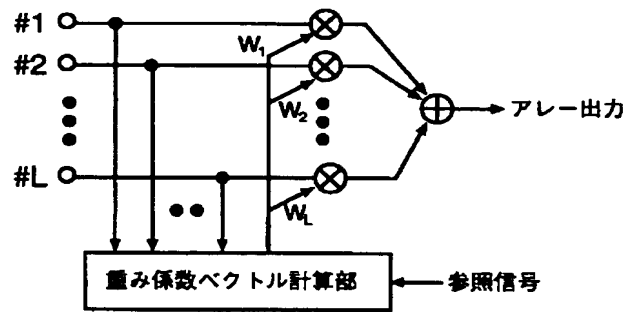
【図5】



【図6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 大高 章二

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 尾林 秀一

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

F ターム (参考) 5J021 AA05 AA06 AA11 DB02 DB03  
EA04 FA14 FA16 FA21 FA32  
GA06 HA05

5K059 CC02 CC03 CC04 DD32  
5K067 AA11 CC24 DD45 EE02 EE10  
EE46 HH21 HH22 HH23 KK02  
KK03